Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen über die muskulär bedingten Anlagerungskräfte an unteren Totalprothesen während der Funktion

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Erwin Burger
aus Karlsruhe

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547611_0112

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

Untersuchungen über die muskulär bedingten Anlagerungskräfte an unteren Totalprothesen während der Funktion

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Erwin Burger
aus Karlsruhe

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Doz. Dr. M. Hofmann
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

INHALTSÜBERSICHT

Seite

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG 1

II. LITERATURÜBERSICHT 2

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN 5

1. Wirkungsweise der Kapsel 5

2. Das Registriergerät 6

3. Der Einbau der Kapseln in die Prothesen 7

4. Die periorale Muskulatur und die Registrierorte 8

5. Untersuchungsbedingungen 12

IV. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 13

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE 28

VI. ZUSAMMENFASSUNG 31

VII. LITERATURVERZEICHNIS 33

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Für die Haftung und den Halt von Totalprothesen werden folgende Faktoren angeführt:

1. Physikalische Haftkräfte
2. Stabilisierung durch Muskelkräfte.

Die Wichtigkeit der einzelnen Haltefaktoren wird jedoch unterschiedlich beurteilt. So behaupten namhafte Autoren, die Eigenschwere der Prothese sei maßgeblich; andere verlassen sich mehr auf die Ausbildung des Kieferkammes. Ferner wird die Ansicht vertreten, daß für den Halt nur der Luftdruck, beziehungsweise Unterdruck (Saugfestigkeit) sowie die Adhäsionskräfte verantwortlich seien. Weitere Autoren legen großen Wert auf die Stellung der Zähne und stellen damit mehr die Statik in den Vordergrund. Hinzu kommen Behauptungen, die Prothese werde durch ein Tonusgleichgewicht der antagonistischen Muskeln der Zunge einerseits und des M. buccinatorius andererseits in ihrer Ruhelage festgehalten. Auch soll der Halt der totalen Unterkieferprothese wesentlich von den auftretenden Kräftegruppen bei der Muskeltätigkeit und von der Einlagerung der Prothese ins Muskelspiel abhängig sein.

Diese letzteren Behauptungen waren Anlaß zu dieser Untersuchung. Das Ziel dieser Arbeit wird sein, den Druck der Muskulatur auf die Prothese, soweit er überhaupt vorhanden, zu messen. Resultierend aus der genauen Registrierung dieser Kräfte soll geklärt werden, in wieweit ein Tonusgleichgewicht der antagonistischen Muskeln, der Zunge und der Wange vorhanden ist. Es soll ein Hinweis dafür erbracht werden, wie diese Kräfte zu einer Stabilisierung herangezogen werden können.

II. LITERATURÜBERSICHT

Einer der ersten, die sich mit diesem Thema beschäftigten, war der Londoner Prothetiker W.E. Fish (1). Schon 1932 demonstrierte er auf der FDJ-Tagung Prothesen mit erweiterter Basis. In einem Artikel 1933 (1) stellte er fest, daß die Muskulatur für den Halt der unteren Prothese mit eine Rolle spiele. Er schreibt unter anderem: "Die Muskulatur der Wange, Lippe und Zunge sorgt dafür, daß beim Kauakt die Speisen zwischen die Zähne gelangen. Dabei übt die Muskulatur natürlich auch einen Druck auf die Prothese aus. Die Prothese wird jedoch durch ein Tonusgleichgewicht zwischen der Muskulatur der Wange und der Zunge in Ruhe belassen." W.E. Fish geht noch weiter und sagt, daß dieser Muskeldruck für eine Stabilisierung der Prothese ausgenützt werden kann. So soll die Prothese zur Zunge und zum M. buccinatorius hin eine schiefe Ebene bilden. Dadurch würde sie durch den Muskeldruck auf das Prothesenlager gedrückt (Abb. 1).

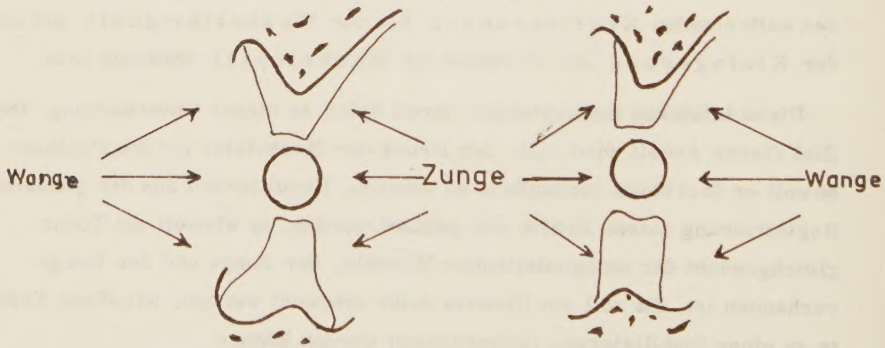

Abb. 1 Zunge und Wange halten die Nahrung zwischen den Zähnen. Sie stabilisieren aber auch gleichzeitig die Prothese bei richtiger Ausgestaltung.
Umzeichnung nach W.E. Fish

Diese Angriffsfläche der Muskulatur nennt er Polierfläche, und er empfiehlt, diese möglichst groß zu gestalten. Bei schlechten Prothesenlagerverhältnissen ist die Stabilisierung der Prothese in erster Linie eine Frage der ausreichenden Berücksichtigung der dynamischen Kräfte der Muskulatur. Seiner Ansicht nach sind diese Muskelkräfte so stark, daß die Entfernung einer unteren Totalprothese unter Berücksichtigung ihrer Modellation bei angespannter Muskulatur nicht möglich ist.

Auch R. Strack (3) kommt zu dem Ergebnis, daß der Halt der unteren Totalprothese in engem Zusammenhang steht mit der Ausnutzung von Muskelkräften. Er meint ebenso wie W.E. Fish, daß es nur auf eine richtige Modellation der Seitenflächen der Prothese ankommt, an denen die Kräfte der Muskulatur wirksam werden können (Abb. 2).

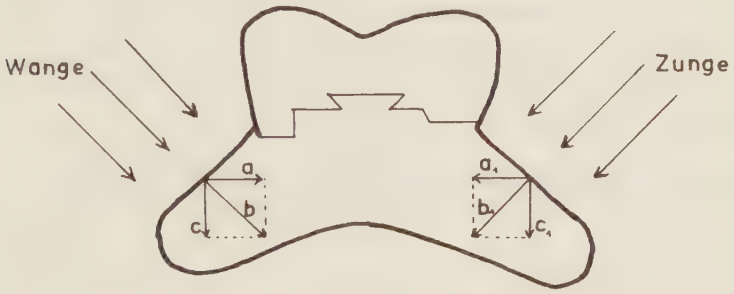

Abb. 2 Nach dem Kräfteparallelogramm heben sich bei vorhandenem Kräftegleichgewicht von Zunge und Wange alle entstandenen Kräftepaare auf. Es bleiben lediglich die wirksamen Faktoren c und c_1. Umzeichnung nach W. Balters

R. Strack nennt diese Muskeln akzessorische Muskeln und meint damit vor allem die horizontal verlaufenden Muskeln wie M. buccinatorius, M. longitudinalis linguae und M. orbicularis oris.

Eine Methode, um die akzessorische Kaumuskulatur für den Halt der unteren Prothese auszunützen, erwähnt C. Fritsch (4). Er beschreibt die sogenannte Gradesche dynamische Prothese. Bei dieser Prothese ist ein Stahlbügel mit zwei Kugeln federnd mit der Prothese verbunden. Die

Kugeln sollen dabei die Kraft der Muskulatur in der Gesamtheit auf den Ersatz übertragen.

P. Neuls und K. Turowski (5) schildern eine weitere Möglichkeit, die Muskelkräfte für den Halt der unteren Prothese auszunützen. Sie empfehlen an den Prothesen sublinguale Ansätze und Muskelstützen anzubringen. Damit haben sie in den ungünstigsten Fällen noch gute Erfolge erzielt. Folgende Muskeln werden dabei zur Unterstützung herangezogen: M. masseter, M. buccinatorius, M. orbicularis oris und Zunge.

I. Kemeny (6) meint, daß in der Gegenwart die Bedeutung des muskulären Faktors bei der Stabilisierung der totalen unteren Prothese kleiner geworden ist. Dies gelte vor allem für die akzessorische Muskulatur des Mundvorhofes. Die orale akzessorische Muskulatur (Zunge) wird jedoch weiter für die Sicherung der Gleichgewichtslage der Prothese benötigt. In schwierigsten Fällen sind Muskelstützen angebracht. Vor allem eine Buccinatorstütze sowie eine Muskelstütze im Gebiet der Front sind dabei von großer Wirksamkeit.

Am weitesten in ihren Aussagen gehen die Autoren G. Tryde, S. Schübeler und N. Brill (7). Sie behaupten, daß sie allein durch Muskelwirkung bedingte Retention bei den untersuchten Patienten die Summe der übrigen für die Retention der Prothese verantwortlichen Kräfte weit übersteigt. Zu diesem Ergebnis kamen sie durch Versuchsreihen, bei denen sie sowohl die sensiblen wie motorischen Endorgane durch Anästhesie ausschalteten. So konnten sie den Halt der Prothese bei Muskelunterstützung und ohne Muskeltonus vergleichen.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Um die an den Prothesenflächen wirksam werdenden Muskelkräfte messen zu können, wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut Dr. Foerster Reutlingen von M. Hofmann eine Druckkapsel entwickelt, die sich auf Grund ihrer kleinen Abmaße ohne Schwierigkeiten in die Prothese einbauen ließ.

1. Wirkungsweise der Kapsel

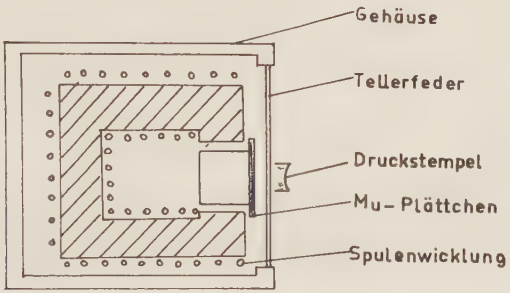

Abb. 3 Druckkapsel (Prinzipskizze)

Ein Druckstempel mit einer Auflagefläche von 5 mm^2 im Zentrum einer Spezialtellerfeder führt durch den Muskeldruck kleinste Wegänderungen durch. Die Druckkapsel setzt diese in elektrische Spannungen um, die der Wegänderung direkt proportional sind. Abb. 3 und 4 zeigen die Prinzipskizze und ein Original der Kapsel im Vergleich zu einem Pfennigstück. Die Kapsel weist einen Durchmesser von 5 mm auf und ist 4 mm hoch.

Abb. 4 Druckkapsel (Größenvergleich)

2. Das Registriergerät

Mit diesem Gerät werden die von der Druckkapsel kommenden Spannungen einem hochfrequenten Schwingungskreis aufmoduliert. Nach Gleichrichtung der hochfrequenten Trägeramplitude werden die Schwingungen über einen Spannungsteiler einem Impulsverstärker weitergeleitet und schließlich von einem Schnellschreiber auf einen Registrierstreifen aufgezeichnet.

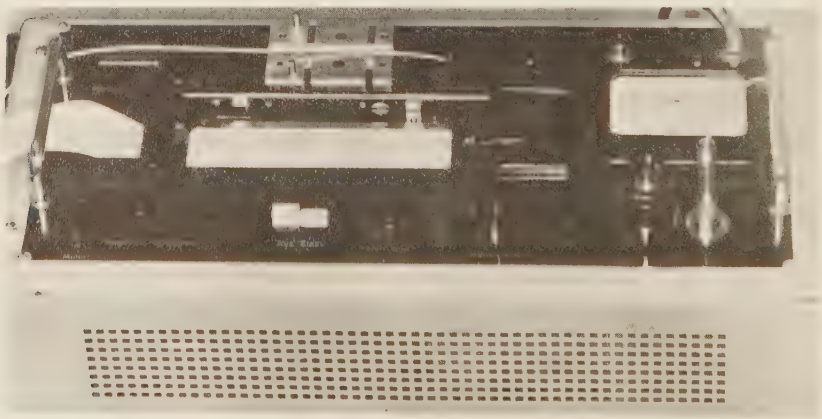

Abb. 5 Das Registriergerät (Schaltpult)

3. Der Einbau der Kapseln in die Prothesen

Für die praktische Registrierung am Patienten wird zunächst die schon inkorporierte und beschwerdefrei getragene Unterkieferprothese dupliert. Dann werden die Kapseln so in die Prothese eingebaut, daß der Druckstempel der Kapsel über das Niveau der umgebenden Prothesenfläche nicht hinausragt und frei schwingen kann (Abb. 6).

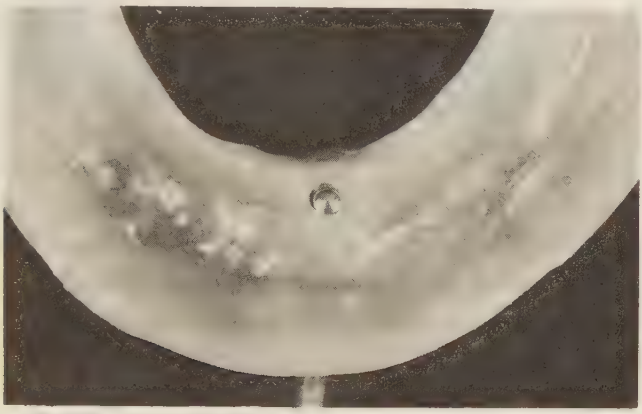

Abb. 6 Unterkieferprothese mit eingebauter Druckkapsel

Die zuleitenden Kabel werden dann in der Prothese versenkt und mit Wachs befestigt. Abb. 7 zeigt einen Patienten mit inkorporierter Duplikatprothese und eingebauten Kapseln. In diesem Falle werden gleichzeitig drei Druckkapseln mit Registriergerät verwendet, wie die zuleitenden Kabel zeigen.

Abb. 7 Patient mit Duplikatprothese

4. Die periorale Muskulatur und die Registrierorte

Die nachfolgende schematische Zeichnung gibt einen Überblick über die Muskeln, welche bei der Registrierung berücksichtigt wurden.

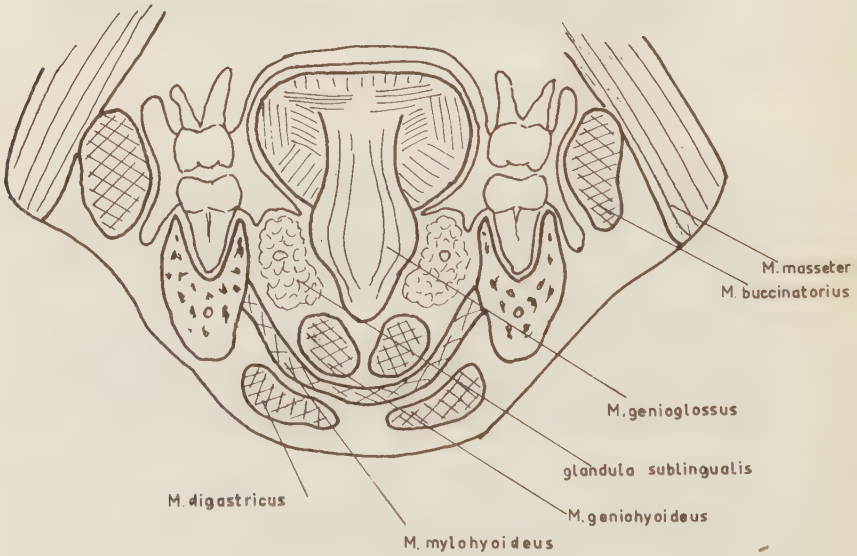

Abb. 8 Querschnitt durch Unterkiefer, Mundboden und Zunge

Die Krafteinwirkungen derjenigen Muskeln wurden untersucht, die maßgeblich mit dem Prothesenkörper in Beziehung treten. Es sind dies im einzelnen:

1. M. masseter
   Ursprung: Jochbogen
   Ansatz: ramus mandibulae bis zum angulus
   Funktion: Schließen des Mundes (Hauptkaumuskel)
   Prothesenansatzfläche: buccale Fläche des vorletzten Molaren und anschließende disto-buccale Fläche der Prothese

2. M. buccinatorius
   Ursprung: corpus mandibulae
   Ansatz: Mundwinkel
   Funktion: Bewegen der Lippen und Wangen
   Prothesenansatzfläche: hauptsächlich buccale Fläche der Zähne $\overline{3|3}$ bis $\overline{7|7}$

3. M. mylohyoideus
   Ursprung: linea mylohyoidea
   Ansatz: raphe mylohyoidea und Zungenbeinkörper
   Funktion: hebt Mundboden und Zunge
   Prothesenansatzfläche: latero-lingualer unterer Prothesensaum

4. M. geniohyoideus
   Ursprung: spina mentalis
   Ansatz: Zungenbeinkörper
   Funktion: er unterstützt die Funktion des mylohyoideus
   Prothesenansatzfläche: Unterfläche der Sublingualrolle

5. M. genioglossus
   Ursprung: spina mentalis
   Ansatz: aponeurosis linguae
   Funtkion: zieht Zunge nach vorn und unten
   Prothesenansatzfläche: Unterfläche der Sublingualrolle

6. M. hyoglossus

Ursprung: Zungenbein

Ansatz: aponeurosis linguae

Funktion: zieht Zunge nach hinten und unten

Prothesenansatzfläche: latero-linguale Fläche der Prothese

7. M. styloglossus

Ursprung: processus styloideus

Ansatz: seitlicher Zungenrand

Funktion: zieht Zunge nach hinten und oben (Saug- und Schluckakt)

Prothesenansatzfläche: latero-linguale Fläche der Prothese

Hinzu kommen vergleichsweise Druckmessungen der Zungenspitze auf den unteren Frontzahnbereich.
Die nachfolgenden schematischen Zeichnungen sollen noch im einzelnen die Stellen zeigen, an denen die Druckmessungen vorgenommen wurden.

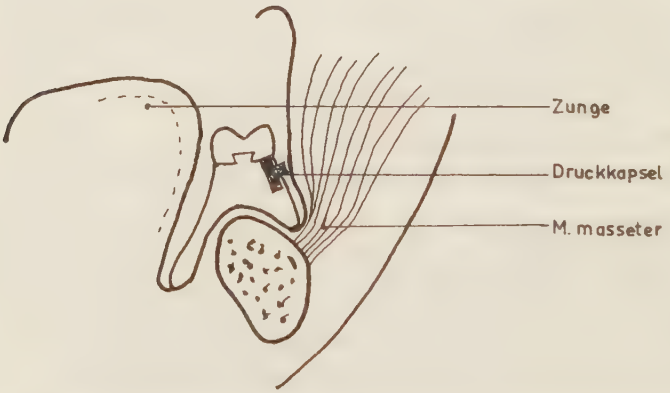

Abb. 9 zeigt die eingebaute Druckkapsel für den M. masseter in Höhe des unteren 2ten Molaren, 3 mm unter der Kauebene.

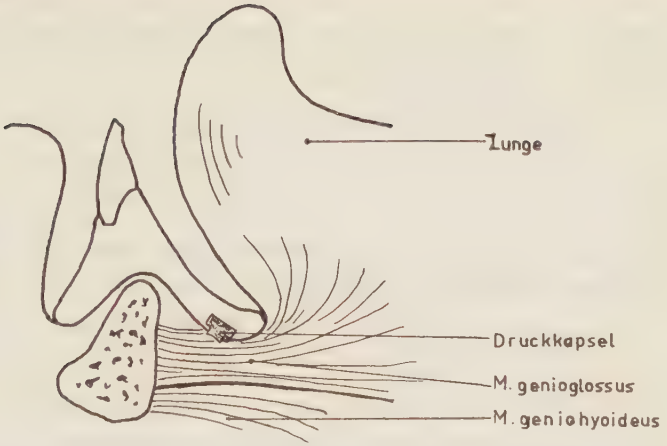

Abb. 10 Druckkapsel, eingebaut in der Sublingualrolle

Abbildung 10 gibt den Registrierort für den M. geniohyoideus und den M. genioglossus wieder. Die Kapsel ist eingebaut in die Sublingualrolle und liegt damit in der Nähe des Ursprungs der beiden Muskeln.
Dies ist gleichzeitig auch die Meßstelle für den M. mylohyoideus. Er ist in der Funktion gleich dem M. geniohyoideus.

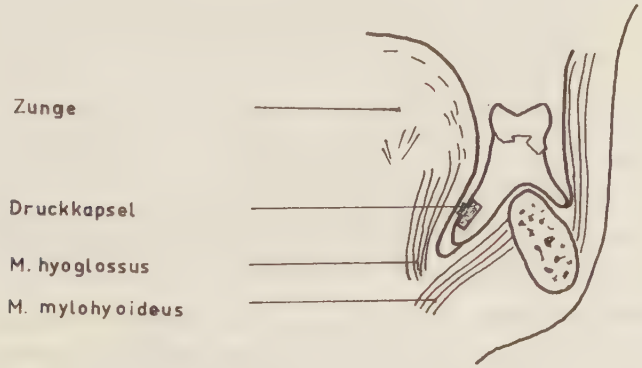

Abb. 11 Druckkapsel, eingebaut auf der lingualen Fläche der Prothese in Höhe $\overline{|6}$

Die Registrierungen des M. hyoglossus und des M. styloglossus erfolgen in Höhe des ersten Molaren auf der lingualen Prothesenfläche 4-5 mm oberhalb des Mundbodens (Abb. 11).

Die Druckabnahmestelle für den M. buccinatorius liegt auf der buccalen Seite der Prothese in Höhe des ersten Prämolaren etwa 4 mm unterhalb der Kauebene.

Die Drucke für die Zungenspitze werden abgenommen an den unteren, mittleren Incisivi, 4 mm unter der Kauebene.

5. Untersuchungsbedingungen

Die Messungen wurden an insgesamt vier weiblichen und drei männlichen Patienten im Alter zwischen 45 und 80 Jahren vorgenommen. Bei allen Patienten waren günstige Kieferverhältnisse für die Eingliederung einer totalen Unterkieferprothese vorhanden.

Für die Untersuchungen wurden folgende Funktionsbewegungen ausgewählt:

1. Öffnen und Schließen des Mundes
2. Pfeifen
3. Schlucken
4. Essen und Schlucken eines Stück Brotes
5. Lesen eines bestimmten Textes

Für jede Funktionsbewegung wurden 5-8 Einzelregistrierungen gemacht. Die Vorschubgeschwindigkeit betrug 20 mm/sec.

Die Aufzeichnungen erfolgten in den Vergrößerungsstufen 0,3, 1 und 3.

Nach der vorgenommenen Eichung der Druckkapsel mit einem Dynamometer entsprach bei der Vergrößerungsstufe

Vergrößerungsstufe 0,3	1 mm = 1 p/5 mm^2
Vergrößerungsstufe 1	1 mm = 4 p/5 mm^2
Vergrößerungsstufe 3	1 mm = 12,5 p/5 mm^2

Bei der Umrechnung auf die übliche Bezugsfläche von 1 cm^2 müssen die gemessenen Werte mit 20 multipliziert werden.

IV. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Die Anlagerungskräfte bei der Öffnungs- und Schließbewegung

Die Abbildung 12 zeigt 5 Originalrestrierstreifen der einzelnen Muskelabschnitte. Die einzelnen Phasen der Öffnungsbewegung treten besonders deutlich beim M. masseter hervor, während die Aktivität der Zungenspitze außerordentlich gering ist.

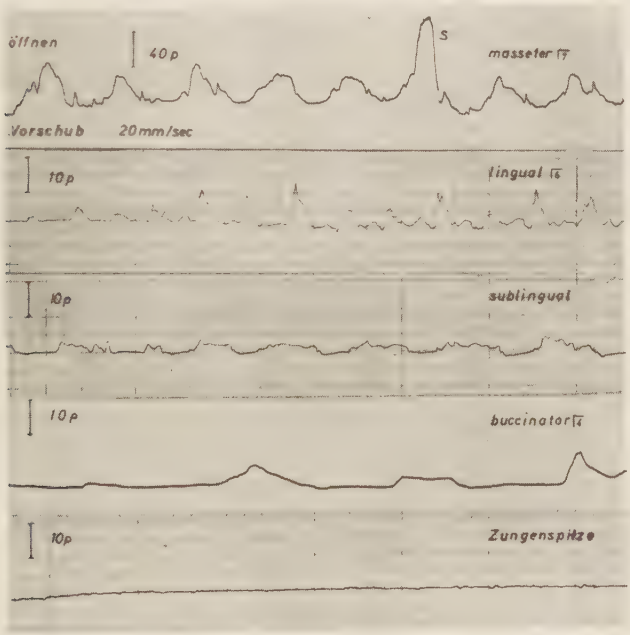

Abb. 12 Meßstreifen mit den registrierten Kraftpotentialen für die Öffnungs und Schließbewegung
S kennzeichnet die charakteristischen Amplituden für die Schluckbewegung (Schluckzacken)

Die höchsten Anlagerungskräfte gingen bei der Öffnungs- und Schließbewegung von M. masseter mit 1120 p/cm^2. An zweiter Stelle folgt die Zungenmuskulatur mit 600 p/cm^2. Die geringste Aktivität wies die Zungenspitze auf.

In Tabelle 1 sind die in p/cm^2 umgerechneten Einzelwerte für die Öffnungs- und Schließbewegungen aller Muskelgruppen zusammengefaßt.

Tabelle 1 Öffnungs- und Schließbewegung

p/cm^2	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. hyoglossus	500	60	90	40	80	180	
M. genioglossus	520	60	130	40	80	160	
(lingual)	500		100	60	120	160	
	560		110			200	
	520		110			160	
	600		120			180	
	560						
	560						
M. mylohyoideus	70	180	30	70	160	90	
M. geniohyoideus	60	200	40	70	130	90	
(sublingual)	60	180	30	70	140	90	
	50	200	30	70		80	
				70		80	
				60		80	
M. masseter	1120	40	30	20	50	30	80
	640	40	30	20	50	30	60
	880	40	30	20	40	30	40
	640				40	30	60
	560				40	30	
	720					30	
	720						
M. buccinatorius		120	20				100
		120	20				100
		80	20				60
		100					60
		120					
Zungenspitze							20
							40
							40
							20
							20

Zusammenfassung der Ergebnisse bei der Öffnungs- und Schließbewegung

Für die Öffnungsbewegung wurden insgesamt 98 Aplituden ausgewertet. Die höchste Anlagerungskraft bei dieser Funktionsbewegung wurde vom M. masseter erreicht und liegt bei 1120 p/cm^2.

Für die anderen Muskelgruppen wurden folgende Werte registriert:

M. masseter	von 20 bis 1120 p/cm^2
M. hyoglossus M. genioglossus	von 40 bis 600 p/cm^2
M. mylohyoideus M. geniohyodeus	von 30 bis 200 p/cm^2
M. buccinatorius	von 20 bis 120 p/cm^2
Zungenspitze	von 20 bis 40 p/cm^2

2. Die Anlagerungskräfte beim Spitzen des Mundes (Pfeifen)

In Abbildung 13 sind Ausschnitte von 5 Originalmeßstreifen der einzelnen Muskeln zusammengestellt. Sehr klar kommen dabei die registrierten Kraftpotentiale der lingualen und sublingualen Muskulatur zum Ausdruck. Auch bei dieser Funktionsbewegung wurden für die Kraftpotentiale der Zungenspitze nur sehr niedere Amplituden registriert.

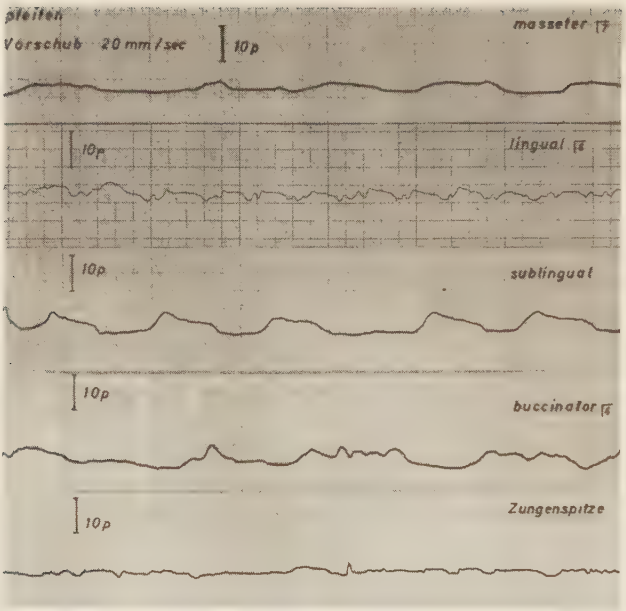

Abb. 13 Meßstreifen mit den registrierten Kraftpotentialen beim Spitzen des Mundes (Pfeifen).

Tabelle 2 gibt einen Überblick der gemessenen Einzelwerte für die Pfeifbewegung, die Werte sind umgerechnet in p/cm^2.

Tabelle 2 Spitzen des Mundes (Pfeifen)

p/cm^2	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. hyoglossus	1140		80	60	200	50	
M. genioglossus	1140		70	50	200	40	
(lingual)	1750		70	60	240	40	
	1750			50		60	
						50	
						50	
M. mylohyoideus	460	160	120	120	100	40	
M. geniohyoideus	380	170	140	80	90	40	
(sublingual)	360	180		80	120	60	
					100	80	
					100	80	
M. masseter	260	60	40	30	40	40	140
	260	60	40	40	50	40	120
	160	60	30	40	30	40	80
	140	60	40		30		160
	180						
	160						
	160						
M. buccinatorius		160	40				100
		140	40				100
		100	20				80
		120					100
		120					
		60					
		60					
Zungenspitze							40
							40
							80
							100
							60

Zusammenfassung der Ergebnisse beim Spitzen des Mundes (Pfeifen)

Ausgewertet wurden für diese Funktionsbewegung 90 Amplituden.
Das Maximum der Werte wurde gemessen an der Zungenmuskulatur und liegt bei 1750 p/cm^2.

Die anderen Muskelgruppen weisen folgende Werte auf:

M. hyoglossus M. genioglossus	von 40 bis 1750 p/cm^2
M. mylohyoideus M. geniohyoideus	von 40 bis 460 p/cm^2
M. masseter	von 30 bis 260 p/cm^2
M. buccinatorius	von 20 bis 160 p/cm^2
Zungenspitze	von 40 bis 100 p/cm^2

3. Die Anlagerungskräfte für das Schlucken

Die Abbildung 14 zeigt 5 Meßstreifen mit den aufgezeichneten Kräftepotentialen für die Schluckbewegung.
Sehr genau lassen sich die einzelnen Abschnitte des Schluckaktes bei der lingualen Muskulatur verfolgen. Auffallend sind auch hier die äußerst niederen Werte für die Zungenspitze.

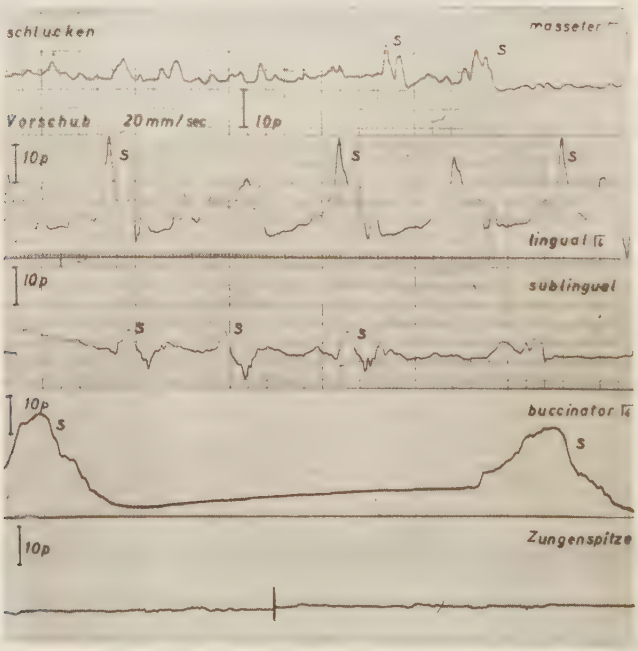

Abb. 14 Meßstreifen mit den registrierten Potentialen für die Schluckbewegung. S kennzeichnet einen Teil der ausgemessenen Schluckzacken

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die gemessenen Einzelwerte für die Schluckbewegung aufgeführt. Die Werte sind umgerechnet in p/cm^2.

Tabelle 3 Schluckbewegung

p/cm^2	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. hyoglossus	1000	210	380	320	260	440	
M. genioglossus	1250	210	340	340	220	720	
(lingual)	1375	140	400	300	270	380	
	1373		340	300		760	
	1140		600	320		760	
	1440		560				
	2750+		560				
	2750+		720				
	2500+		680				
M. mylohyoideus	460	220	400	280	1040	130	
M. geniohyoideus	420	200	360	280	1040	130	
(sublingual)	420	260	360	240	1080	140	
	440					130	
M. masseter	480+	130	150	260	280	70	120
	520+	120	120	270	320	60	120
	1440	100	150	240	480	60	80
	1375	130	180	240	600	50	220+
	1125		120+	250	560		460+
	1920+			280	560		140+
M. buccinatorius		380	40				120
		340	40				160
		320	40				180
		300	40				280+
							300+
Zungenspitze							40
							40
							180+
							140+

Die mit + angegebenen Werte sind vergleichsweise hinzugesetzt. Es sind Werte von Schuckzacken, die im Zusammenhang mit der Registrierung anderer Funktionsbewegungen entstanden sind.

Zusammenfassung der Ergebnisse beim Schlucken

Ausgewertet wurden 97 Schluckzacken. Hinzu kommen vergleichsweise 11 Werte von Schluckzacken, die mit anderen Funktionsbewegungen aufgezeichnet wurden. Sie sind in den übrigen Tabellen mit S gekennzeichnet. Es fällt dabei auf, daß diese Schluckwerte wesentlich höher sind als die Ergebnisse der übrigen, erzwungenen Schluckbewegungen.
Der höchste Druckwert für die Schluckbewegung stammt wiederum von der Zungenmuskulatur.
Für die einzelnen Muskeln wurden folgende Werte erhalten:

M. hyoglossus M. genioglossus	von 140 bis 2750 p/cm^2
M. mylohyoideus M. geniohyoideus	von 130 bis 1080 p/cm^2
M. masseter	von 50 bis 1920 p/cm^2
M. buccinatorius	von 40 bis 380 p/cm^2
Zungenspitze	von 40 bis 180 p/cm^2

4. Anlagerungskräfte beim Essen

Die folgende Abbildung 15 enthält Ausschnitte von 5 Registrierstreifen mit den aufgezeichneten Druckverhältnissen beim Essen eines Stück Brotes. Sehr auffallend sind dabei die charakteristischen Schluckzacken. Fast ausschließlich überragen sie weit die Amplituden der anderen Kraftpotentialen.

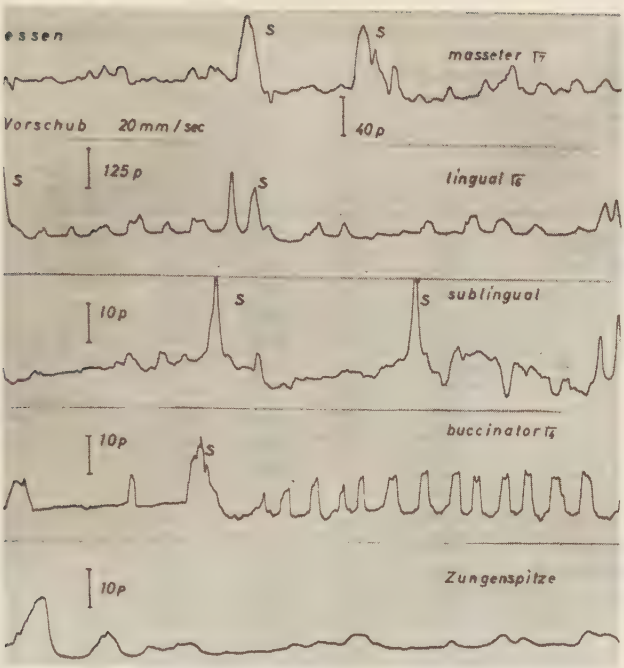

Abb. 15 Originalmeßstreifen mit den aufgezeichneten Potentialen beim Essen
S kennzeichnet die Schluckzacken. Sie wurden teilweise ausgewertet und auf Tabelle 3 mit aufgeführt. Diese Werte sind mit + gekennzeichnet.
Zu beachten sind die unterschiedlichen Maßstäbe.

Die anschließende Tabelle 4 liefert uns ausgerechnete Druckwerte, die beim Essen registriert wurden.

Tabelle 4 Essen

p/cm²	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. hyoglossus	875	130	640	160	400	400	
M. genioglossus	750	100	400	100	400	320	
(lingual)	1000	90	400	140	320	400	
	1000	90	640	400	400	280	
	1440	100	400	220	500S	240	
	1000	100	480	400	320	240	
	1000	100	560	480		960S	
	1000	180S	960S	500		1840S	
	2750S		400	400		1250S	
	2750S		480	280			
	2500S			380			
M. mylohyoideus	240	160	80	180	320	100	
M. geniohyoideus	230	220	220	140	400	120	
(sublingual)	100	160	140	120	320	120	
	80	420S	140	120	400	100	
	80	180	60	100	400	140	
	400S	160	60	120	640	120	
	420S	460S	80	90	320	140	
	440S	100			400	160	
		140				160	
		340				200	
		540S				220	
						300S	
						320S	
M. masseter	640	80	80	100	100	60	120
	640	80	100	200	120	60	140
	240	80	100	200	100	60	180
	1160S	80	80	220	140	50	180
	220	100	100	300	200S	40	180
	280	80	100	240	80		140
	240	100	120	400S	60		440S
	1080	100	70	300	80		
	240	80		280	200S		
	240			280	80		
				280	80		
				300	200S		
					90		

(Fortsetzung Tabelle 4)

p/cm²	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. buccinatorius		100	40				80
		60	80				60
		80	60				100
		120	80				80
		280S	60				180
		140	60				200
		80					240
		320S					240
							140
Zungenspitze							60
							420
							180
							160
							160
							140
							140
							160
							340S
							180
							180
							200
							200
							220
							200
							320S

Die mit S gekennzeichneten Werte sind ausgewertete Schluckzacken, die beim Essen mitregistriert wurden.

Zusammenfassung der Ergebnisse beim Essen

Insgesamt wurden gemessen 196 Amplituden. Der Höchstwert für die Muskeldrucke beim Essen geht aus von der Zungenmuskulatur und liegt bei 1750 p/cm². Wie die Tabelle zeigt, stammt dieser Wert aus einer Schluckzacke und wurde daher auch vorher schon bei der Schluckbewegung als Höchstwert angegeben. Weiter ist aus der Tabelle ersichtlich, daß bei allen Patienten die mit S gekennzeichneten Werte, d.h. alle Schluckwerte die übrigen, registrierten Drucke beim Essen weit übertreffen.
Für die einzelnen Muskeln wurden folgende Werte erhalten:

M. hyoglossus M. genioglossus	von 90 bis 2750 p/cm^2
M. mylohyoideus M. geniohyoideus	von 60 bis 640 p/cm^2
M. masseter	von 40 bis 1160 p/cm^2
M. buccinatorius	von 40 bis 320 p/cm^2
Zungenspitze	von 60 bis 420 p/cm^2

5. Die Anlagerungskräfte beim Lesen

In Abbildung 16 sind 5 Ausschnitte von Druckkurven aufgenommen, die beim Lesen eines bestimmten Textes entstanden sind. Beim M. masseter sowie bei der lingualen und sublingualen Muskulatur sind die Schluckzacken evident. Beim M. buccinatorius, bei der Zungenspitze und der sublingualen Muskulatur finden sich nur geringe Kräfte.

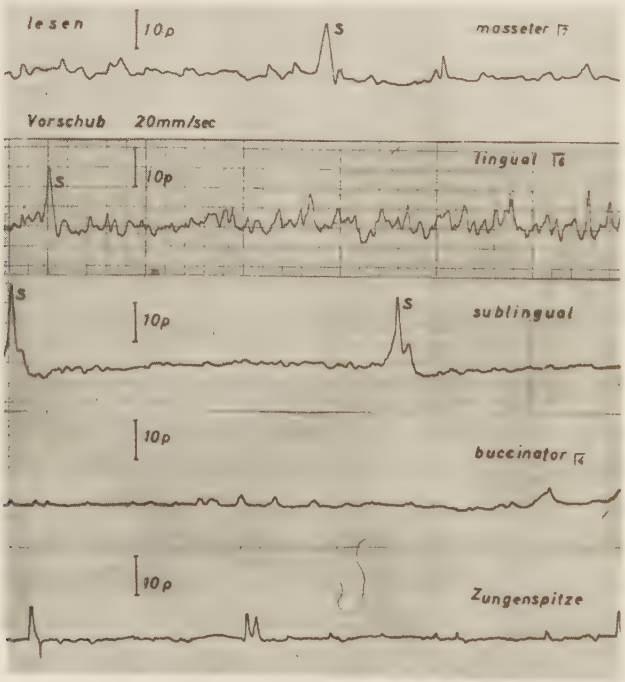

Abb. 16 Meßstreifen mit den registrierten Kraftpotentialen beim Lesen
S kennzeichnet auch hier die charakteristischen Schluckzacken

Tabelle 5 bringt zu diesen Messungen wieder eine Zusammenstellung der umgerechneten Druckwerte, die beim Lesen registriert wurden.

Tabelle 5 Lesen

p/cm^2	♂	♀	♂	♀	♂	♀ ♂
M. hyoglossus	160	80	140	100	80	180
M. genioglossus	400S	60	160	180	100	160
(lingual)	160	60	140	280S	80	200
	160	140S	240	80	100	200
	400S	60	180	100	110	160
	200	60	200	160	200S	200
	200	140S	300	120	120	220
	880S	60	180	100	120	200
	160	80	200	120	80	140
	160	60		80	80	180
	160			180	120	480S
				140	120	220
						180
						180
M. mylohyoideus	60	80	120	100	160	80
M. geniohyoideus	40	80	100	100	180	80
(sublingual)	40	240S	100	120	100	360S
	400S	120	80	120	100	80
	40	80	80	140	100	100
	360S	240S	100	140	120	100
	40	80	280S	140	140	110
	40	120	120	340S	100	120
	60	60	80	120	580S	
	320S	120	360S	140	120	
	40	260S		100	100	
	40	80			120	
		100			160	
		60			100	
		320S			100	
		240S				
		100				
		80				
		200S				
		100				
		80				

p/cm^2	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
M. masseter	80	100	80	80	40	60	80
	80	180S	60	80	40	60	80
	160S	100	80	80	60	60	60
	120	60	80	80	80	80	60
	80	80	40	80	80	60	140S
	460	60	80	80	80		
	100	80	80	80	100		
	100	80	80		60		
	100	120S			60		
	140	60					
M. buccinatorius		140	60				180S
		160	40				200
		160	40				40
		100	20				80
		160	40				60
		200S	40				100
		220	20				140S
		240					
		160					
		100					
		300S					
		100					
		100					
		160					
		100					
Zungenspitze							40
							40
							180S
							40
							20
							140S
							40
							40
							140S

S markiert auch hier die in diesem Zusammenhang aufgetretenen und ausgewerteten Schluckzacken.

Zusammenfassung der Ergebnisse beim Lesen

Die Tabelle zeigt die Daten von 260 aussortierten Amplituden.
Auch hier sind die Schluckwerte weit höher als die übrigen Werte. Der höchste, gemessene Wert liegt bei 300 p/cm^2. Wie bei allen vorigen Tabellen, so wurde auch er gemessen bei Patient 1 an der Zungenmuskulatur.
Für die einzelnen Muskeln ergaben sich folgende Werte:

M. hyoglossus M. genioglossus	von 60 bis 300 p/cm^2
M. mylohyoideus M. geniohyoideus	von 40 bis 180 p/cm^2
M. masseter	von 40 bis 140 p/cm^2
M. buccinatorius	von 20 bis 240 p/cm^2
Zungenspitze	von 20 bis 40 p/cm^2

Die hierbei erhaltenen Schluckwerte wurden bei obiger Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die von uns für die einzelnen Muskeln registrierten Kraftpotentiale sind relativ hoch. Die Höchstwerte liegen im einzelnen:

für die Zungenmuskulatur	bei 2750 p/cm^2
für den M. masseter	bei 1440 p/cm^2
für die sublinguale Muskulatur	bei 1080 p/cm^2
für den M. buccinatorius	bei 380 p/cm^2

Schon bei früheren Messungen registrierte P. Neumayer (8) mit einem Glossodynamometer Kräfte in Höhe von 3, 9 bis 4, 8 kg, bezogen auf die Fläche des Druckaufnehmers von 10, 5 cm^2.

Mit einem wesentlich verbesserten Gerät kamen W. Schulte und E. Miller (9) bei Untersuchungen an unserer Klinik auf maximale Zungendruckwerte bis zu 5220 p/cm^2.

W. L. Kydd (10) erhielt 1963 bei Lippen- und Zungendruckmessungen Werte von 285 g/cm^2, und die Messungen mit einem kapazitiven Druckaufnehmer von S. Schreiber (11) 1964 erbrachten Druckwerte der Zunge gegen die Frontzähne von 420 p/cm^2.

Bei all diesen Verfahren wird jedoch von den Autoren auf den Meßfehler hingewiesen, der vor allem aus der Dicke der verwendeten Druckaufnehmer resultiert.

Bei allen von uns gemessenen Werten ist eine große individuelle Streubreite auffällig. Auch unterliegen die Muskeldrucke bei den verschiedenen Übungen relativ hohen Schwankungen. Es geht jedoch eindeutig aus den Meßergebnissen hervor, daß die Muskeldrucke beim Schlucken und Essen im Durchschnitt höher liegen als die bei den übrigen Funktionsbewegungen. Der niederste Druckwert wurde beim Spitzen des Mundes (Pfeifen) registriert.

Auch ist bei Betrachtung der Ergebnisse weiter auffallend, daß die Werte der ersten Versuchsperson bis auf wenige weit über denen der anderen liegen. Dazu ist zu sagen, daß dieser Patient ein ausgesprochen muskulöser Typ mit sehr ausgeprägter Zungen- und Wangenmuskulatur war.

Es wäre nun die Frage zu erörtern, ob die gemessenen Kräfte groß genug sind, die Prothese wirksam auf ihrer Unterlage zu stabilisieren, wie von N. Brill, G. Tryde und S. Schübeler behauptet wird. Für eine Stabilisierung der Prothese kommen eigentlich nur der M. buccinatorius, der Zungenkörper und der M. orbicularis oris in Frage.
Voraussetzung für eine muskulär bedingte, aktive Fixierung der Prothesenbasis wäre:

1. Die von den antagonistisch wirkenden Muskel- und Zungenkörper einerseits und M. buccinatorius beziehungsweise M. orbicularis oris andererseits - ausgehenden Kräfte müßten in etwa gleich groß sein (Tonus-Gleichgewichtslage)
2. Die Kraftrichtung muß mit den Polierflächen der Prothese so korrespondieren, daß die Prothese gegen die Unterlage gedrückt wird.

Aus unseren bisherigen Untersuchungsergebnissen geht jedoch eindeutig hervor, daß diese Tonusgleichgewichtslage offensichtlich während der Funktion nicht besteht, denn die vom Zungenkörper ausgehenden Kräfte überwiegen bei weitem die des M. buccinatorius. Ob durch eine entsprechende Gestaltung der Prothesenflächen dieses Gleichgewicht hergestellt werden kann, müßte durch Versuche geklärt werden. Die Kraftgrößen würden jedoch wesentlich zur Stabilisierung beitragen.

Geht man von den Kraftrichtungen aus, wie sie durch den Einbau der Meßdose registriert werden, so läßt sich zeigen, daß eine Haltewirkung nur unter folgenden Bedingungen zustande kommt:

a) Der Alveolarfortsatz muß relativ steil aufragen. Er wird dadurch in der Lage sein, das Tonusübergewicht der horizontalen Kraftkomponente der Zunge (Seitenschub) gegenüber dem M. buccinatorius aufzuhalten.
b) Die vestibuläre Polierfläche der Prothese müßte konvex ausmoduliert werden (Abb. 17).

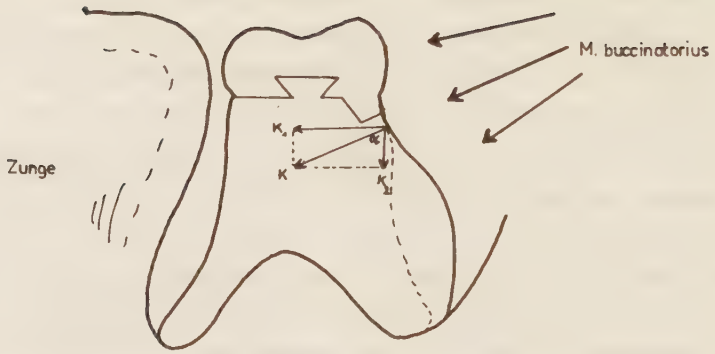

Abb. 17 Kräfteparalellogramm und Prothesengestaltung
Die gestrichelte Linie bedeutet die üblicherweise ausgeführte Prothesengestaltung

Abbildung 17 zeigt das Kräfteparallelogramm des M. buccinatorius. Die von der Zunge ausgehenden Kräfte sind ebenso in Komponenten zu zerlegen. Ihre Kraftvektoren sind bei Tonusgleichgewicht ebenso groß, jedoch den Kräften des M. buccinatorius entgegengerichtet. Es heben sich für diesen Fall die Kräftepaare K und K_1 gegenseitig auf. Übrig bleibt für beide Seiten der Kraftvektor K_2. Er ist nach unten gerichtet und drückt die Prothese auf ihr Widerlager. Der Vektor K_2 läßt sich nach den trigonometrischen Winkelfunktionen mathematisch ableiten. Es gilt die Gleichung:

$$K_2 = K \cdot \cos \alpha$$

Für K sind die von uns gemessenen Werte einzusetzen.
Für α sind Winkel zwischen 0^o und 90^o anzunehmen.

Die absoluten Werte des Kraftvektors K_2 liegen für
den M. buccinatorius zwischen 0 und 380 p/cm^2,
den M. masseter zwischen 0 und 1420 p/cm^2,
die Zungenmuskulatur zwischen 0 und 2750 p/cm^2.

Durch eine konvexe Ausgestaltung der buccalen Prothesenfläche würde dem Kraftvektor K_2 des M. buccinatorius und des M. masseter eine bessere Angriffs- beziehungsweise Auflagefläche geboten. Auf diese Weise kann eine aktive Stabilisierung durch Muskelkräfte erreicht werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden die Anlagerungskräfte der perioralen Muskulatur auf die Unterkiefertotalprothese während der Funktion untersucht.

Mit Hilfe einer Meßdose auf induktiver Basis wurden diese Kräfte registriert und aufgezeichnet. Insgesamt wurden bei vier männlichen und drei weiblichen Patienten die Anlagerungskräfte folgender Muskelgruppen untersucht:

M. masseter,

M. buccinatorius,

M. hyoglossus und M. genioglossus,

M. mylohyoideus und M. geniohyoideus,

Zungenspitze.

Dabei wurden 740 Druckamplituden ausgewertet. Die einzelnen Muskeln wiesen dabei für die verschiedenen Funktionsbewegungen folgende Werte auf:

Ergebnisse:

p/cm^2		Mundöffnung	Pfeifen	Schlucken	Essen	Lesen
M. masseter	von	20	30	50	50	40
	bis	1120	260	1920	1160	140
M. buccinatorius	von	20	20	40	40	20
	bis	120	160	380	320	240
linguale Muskulatur	von	60	40	140	90	60
	bis	600	1750	2750	2750	300
sublinguale Muskulatur	von	30	40	130	60	40
	bis	200	460	1080	640	180
Zungenspitze	von	20	40	40	60	20
	bis	40	100	180	420	40

Die Ergebnisse zeigen, daß die Anlagerungskräfte relativ hoch sind.

Nach den erhaltenen Werten steht fest, daß eine Tonusgleichgewichtslage der antagonistischen Muskeln der Zunge einerseits und des M. buccinatorius andererseits während der Funktion nicht vorhanden ist.

Durch weitere Untersuchungen müßte geklärt werden, in wieweit durch eine Ausgestaltung der vestibulären Prothesenfläche die vom Zungenkörper und M. buccinatorius ausgehenden Kräfte für die aktive Fixierung herangezogen werden können.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Fish, W.E.: Using the muscles to stabilize the Full Lower Denture.
(Ausnutzung der Muskulatur für die Stabilisierung des unteren Totalersatzes)
J. Amer. dent. Ass.
12, 2163, (1933)

2. Strack, R.: Über den Halt der unteren Totalprothese durch Muskelwirkungen und der Aufbau einer entsprechenden Prognostik.
Dtsch. zahnärztl. Z.
I, 85, (1946)

3. Strack, R.: Beitrag zur Therapie des völligen Gebißschadens.
Dtsch. zahnärztl. Z.
I, 126, (1946)

4. Fritsch, C.: Neuere Auffassungen über den Halt der totalen Prothese.
Zahnärztl. Welt, Konstanz
7, 5/6, 112, (1952)

5. Neuls, P. und Turowski, K.: Die Stabilisierung der totalen Unterkieferprothese in ungünstigen Fällen.
Zahnärztl. Welt, Konstanz
7, 12, 251, (1952)

6. Kemeny, I.: Die klinischen Grundlagen der totalen Prothese.
H 12, 2. Auflage, 110/111, (1965)

7. Tryde, G.
Schübeler, S.
Brill, N.: On muskelfunktionens betycluning for helpprotesers retention.
Über die Bedeutung der Muskelfunktion für die Retention von totalen Prothesen.
Tablaegebl. 63, 6, 369, (1959)

8. Neumayer, P.: Die Kraft der Zunge.
Dissertation München 1937

9. Schulte, W.
Miller, E.: Druckbelastungen des Alveolarfortsatzes durch Zungen- und periorale Muskulatur.
Dtsch. zahnärztl. Z.
17, 5, (1962)

10. Kydd, W.L.
Akkammio, J.S.
Mendel, R.H.
Kraus, D.S.: Tongue and Lip Forces Exerted during Deglutition in Subjects with a without an Anterior open Site.
J. dent. Res. 42, 3, (1963)

11. Schreiber, S.: Zur Dynamik der Zunge und der Lippenmuskulatur.
Dtsch. zahnärztl. Z.
19, 4, (1964)

Zum Schluß dieser Arbeit erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. Dr. E. Fröhlich für die Durchsicht des Manuskriptes recht herzlich zu danken.
Herrn Dozent Dr. M. Hofmann möchte ich für die Überlassung des Themas und für die wertvolle Anleitung zu dieser Arbeit meinen besonderen Dank aussprechen.

Lebenslauf

Am 19.2.1939 wurde ich, Erwin Burger, als Sohn des Amtmanns Josef Burger und seiner Ehefrau Maria, geb. Manz, in Karlsruhe geboren.

Von Ostern 1945 bis 1950 besuchte ich die Volksschule in Haslach i.K. 1950 trat ich in das Gymnasium Hausach ein, wo ich 1960 die Reifeprüfung mit Erfolg ablegte.

Im Sommersemester 1960 begann ich das Studium an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen. Dort legte ich im Sommersemester 1964 die zahnärztliche Vorprüfung ab.

Nach dem klinischen Studium in Tübingen bestand ich am 23.12.1966 das Zahnärztliche Staatsexamen.

Von Januar 1967 bis Mai 1967 arbeitete ich als Doktorand in Tübingen.

Von Juni 1967 bis Ende Mai 1968 praktizierte ich als Stabsarzt bei der Bundeswehr in Meßstetten.